

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-38279

(43)公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 2 B 6/42  
6/28  
6/30

識別記号

F I-

G 0 2 B 6/42  
6/30  
6/28

M

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-195661

(22)出願日 平成9年(1997) 7月22日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 山根 隆志

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 松本 昂

最終頁に続く

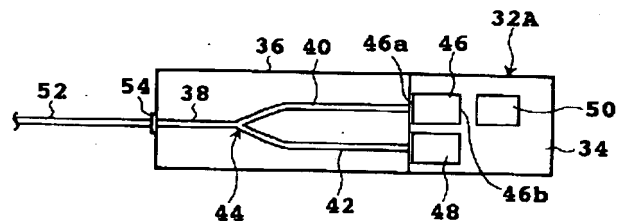
(54)【発明の名称】 双方向伝送用光モジュール

(57)【要約】

【課題】 本発明の課題は、信号送信時のレーザダイオードのバックワード光が受信用フォトダイオードに入射されることのない双方向伝送用光モジュールを提供することである。

【解決手段】 光ファイバの端末に接続される双方向伝送用光モジュールであって、基板と、基板上に形成された第1端を有する第1光導波路と、第1光導波路から横方向に離間して基板上に形成された第2端を有する第2光導波路を含んでいる。光モジュールは更に、送信光が第1光導波路の第1端に結合するように基板上に実装された発光素子と、発光素子から出射されるモニタ光を受光するように基板上に実装された第1受光素子と、第2光導波路の第2端から出射される受信光を受光するように基板上に実装された第2受光素子とを含んでいる。発光素子と第2受光素子は、第1及び第2光導波路の伸長方向と概略直交する方向に並列して配置されている。

第1実施形態平面図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバの端末に接続される双方向伝送用光モジュールであって、

基板と；前記基板上に形成された第 1 端を有する第 1 光導波路と；前記第 1 光導波路から横方向に離間して、前記基板上に形成された第 2 端を有する第 2 光導波路と；送信光が前記第 1 光導波路の前記第 1 端に結合するように、前記基板上に実装された発光素子と；前記発光素子から出射されるモニタ光を受光するように、前記基板上に実装された第 1 受光素子と；前記第 2 光導波路の前記第 2 端から出射される受信光を受光するように、前記基板上に実装された第 2 受光素子とを具備し；前記発光素子と前記第 2 受光素子を前記第 1 及び第 2 光導波路の伸長方向と概略直交する方向に並列して配置したことを特徴とする双方向伝送用光モジュール。

【請求項 2】 前記第 2 受光素子の前記発光素子に隣接する側面部及び送信光の伝送方向に対して前記第 2 受光素子の後面部に光吸収膜を設けた請求項 1 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 3】 前記第 2 受光素子の前記発光素子に隣接する側面部及び送信光の伝送方向に対して前記第 2 受光素子の後面部に光反射膜を設けた請求項 1 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 4】 前記第 1 光導波路は前記第 1 端を前記第 2 光導波路方向に近付ける曲げ部と、前記曲げ部に連続する前記第 1 端を含む直線端部を有しており、前記直線端部は前記第 2 光導波路に対して約 25°乃至約 35°傾斜している請求項 1 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 5】 前記第 1 光導波路と前記第 2 光導波路との間に形成された溝を更に具備した請求項 1 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 6】 光ファイバの端末に接続される双方向伝送用光モジュールであって、  
基板と；前記基板上に形成された第 1 端を有する第 1 光導波路と；前記第 1 光導波路から横方向に離間して、前記基板上に形成された第 2 端を有する第 2 光導波路と；送信光が前記第 1 光導波路の前記第 1 端に結合するように、前記基板上に実装された発光素子と；前記発光素子から出射されるモニタ光を受光するように、前記基板上に実装された第 1 受光素子と；前記第 2 光導波路の前記第 2 端から出射される受信光を受光するように、前記基板上に実装された第 2 受光素子とを具備し；前記第 2 受光素子を、前記発光素子の実装位置を通り前記第 1 及び第 2 光導波路に直交する直線に対して、前記発光素子から出射される送信光方向に所定距離ずらして実装したことを特徴とする双方向伝送用光モジュール。

【請求項 7】 前記第 2 受光素子の前記発光素子に隣接する側面部及び送信光の伝送方向に対して前記第 2 受光素子の後面部に光吸収膜を設けた請求項 6 記載の双方向

伝送用光モジュール。

【請求項 8】 前記第 2 受光素子の前記発光素子に隣接する側面部及び送信光の伝送方向に対して前記第 2 受光素子の後面部に光反射膜を設けた請求項 6 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 9】 前記第 1 光導波路は前記第 1 端を前記第 2 光導波路方向に近付ける曲げ部と、前記曲げ部に連続する前記第 1 端を含む直線端部を有しており、前記直線端部は前記第 2 光導波路に対して約 25°乃至約 35°傾斜している請求項 6 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 10】 前記第 1 光導波路と前記第 2 光導波路との間に形成された溝を更に具備した請求項 6 記載の双方向伝送用光モジュール。

【請求項 11】 光ファイバの端末に接続される双方向伝送用光モジュールであって、ベースと；前記ベースに固定された第 1 マウント部材と；前記第 1 マウント部材に実装された発光素子と；前記ベースに所定角度傾斜して固定された第 2 マウント部材と；前記発光素子から出射されるモニタ光を受光するように前記第 2 マウント部材に実装された第 1 受光素子と；前記発光素子と概略同一高さとなるように前記第 2 マウント部材に実装された、光ファイバを伝送されてきた受信光を受光する第 2 受光素子と；を具備したことを特徴とする双方向伝送用光モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は双方向伝送用光モジュールに関する。最近注目を集めている光加入者システムとしてパッシブ・ダブル・スター（PDS）システムがある。このシステムは、受動素子である光スターカプラを利用して一本の光ファイバに複数のネットワークターミナルを接続するシステムである。

【0002】本システムは、受動素子であるスターカプラを使用しているために、電源の必要がなく信頼性に優れていることと、非常に小型で設置場所の制約がない等の特徴を有している。このように PDS システムは光信号をスターカプラを用いて多重するため、光加入者網を経済的に構築できるので将来の発展が有望とされている。

【0003】PDS システムは、タイム・コンプレッション・マルチプレキシング（TCM）（時間軸圧縮多重）伝送と共にタイム・ディビジョン・マルチプル・アクセス（TDMA）（時分割多重アクセス）制御することで、一本の光ファイバと 1 つの波長（1.3 μm）により双方向通信を実現している。

【0004】このような双方向光通信システムに使用するものとして、送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードが一体となった光モジュールが、経済的及び小型化可能な面から有望とされている。

## 3

【0005】しかし、PDSシステムの場合、上り方向の信号の送出が終了してから下り方向の信号の送出を開始するまでの時間に大きな余裕時間は許されていない。即ち、レーザダイオードから光信号の送出が終了した後、直ちにフォトダイオードで光信号の受信が開始されるため、光信号の送信終了後信号受信用フォトダイオードからの残留電流の出力をできるだけ小さくしなければならないという制約がある。

## 【0006】

【従来の技術】光加入者システムを構成する光部品は、小型化・低コスト化が課題とされている。光モジュール又は光デバイスの形態としては、送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードをステム上に実装したタイプや、基板上に光導波路を形成し、これらの光導波路に光結合するように基板上に送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードを実装したタイプが知られている。

【0007】図1を参照すると、従来の光導波路型双方向伝送用光モジュール2の平面図が示されている。Si基板4上にCVD法によりSiO<sub>2</sub>ガラス層6を形成し、このSiO<sub>2</sub>ガラス層6中にゲルマニウム(Ge)、チタニウム(Ti)等がドーパされた光導波路8、10、12が形成されている。光導波路8はY分岐14で2つの光導波路10、12に分岐されている。

【0008】光導波路10の端部に対向してレーザダイオード(LD)16が基板4上に実装されており、光導波路12の端部に対向して光信号受信用フォトダイオード(PD)18が基板4上に実装されている。

【0009】更に、PD18と横方向に整列してLD16から出射されるモニタ光(バックワード光)を受光するモニタ用フォトダイオード(PD)20が基板4上に実装されている。

【0010】光導波路8の端部には、ルビー等からなるリング24に挿入固定された光ファイバ22が、例えば紫外線硬化型の光学接着剤によって接着されている。レーザダイオード16を駆動して光信号を送出するとき、モニタ用フォトダイオード20でレーザダイオード16から出力されるバックワード光(モニタ光)を受光し、レーザダイオード16から出力される光パワーが一定レベルとなるように制御する。

【0011】一方、光ファイバ22を伝搬してきた光信号は光導波路8に結合され、Y分岐14にて分岐されて光導波路12の端部に対向して設けられた受信用フォトダイオード18で受光され、電気信号に変換される。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】このような光モジュール2をPDSシステムに使用する場合、レーザダイオード16から光信号の送出が終了した後、受信用フォトダイオード18で直ちに光信号の受信が開始されるため、レーザダイオード16駆動時に受信用フォトダイオード

## 4

18でバックワード光を受光して出力される残留電流を直ちに低減する必要がある。

【0013】しかし、図1に示したような従来の光モジュールでは、図示したように受信用フォトダイオード18がモニタ用フォトダイオード20と信号送出方向に対してレーザダイオード16よりも後ろ側で横方向に整列しているため、レーザダイオード16から出射されるバックワード光(モニタ光)が受信用フォトダイオード18にかなりの量で入射される。

10 【0014】その結果、受信用フォトダイオード18で光信号の受信開始後、ある時間内における受信用フォトダイオード18から出力される残留電流が、許容値を越える場合があるという問題があった。

【0015】よって本発明の目的は、光信号送信終了直後の受信用受光素子から出力される残留電流を大幅に低減することが可能な双方向伝送用光モジュールを提供することである。

## 【0016】

【課題を解決するための手段】通常フォトダイオードは、入力光パワーが減少すると出力電流も小さくなることから、従来の光モジュールにおける受信用フォトダイオードからの出力電流について、入力光パワーに対する依存性を評価したところ、図2に示すように入力光パワーが小さいほど、受信用フォトダイオードからの出力電流は小さくなることが判明した。

20 【0017】本発明はこの知見に基づき、信号送信時のレーザダイオードのバックワード光が受信用フォトダイオードに入射されないように、レーザダイオードに対する受信用フォトダイオードの実装配置を工夫したことを特徴とする。

30 【0018】本発明によると、光ファイバの端末に接続される双方向伝送用光モジュールであって、基板と、前記基板上に形成された第1端を有する第1光導波路と、前記第1光導波路から横方向に離間して、前記基板上に形成された第2端を有する第2光導波路と、送信光が前記第1光導波路の前記第1端に結合するように、前記基板上に実装された発光素子と、前記発光素子から出射されるモニタ光を受光するように、前記基板上に実装された第1受光素子と、前記第2光導波路の前記第2端から出射される受信光を受光するように、前記基板上に実装された第2受光素子とを具備し、前記発光素子と前記第2受光素子を前記第1及び第2光導波路の伸長方向と概略直交する方向に並列して配置したことを特徴とする双方向伝送用光モジュールが提供される。

40 【0019】代案として、前記第2受光素子を、前記発光素子の実装位置を通り前記第1及び第2光導波路に直交する直線に対して、前記発光素子から出射される送信光方向に所定距離ずらして実装するようにしてもよい。

50 【0020】本発明ではこのように、発光素子に対する受信用受光素子の実装位置を工夫したことにより、信号

## 5

送信時の発光素子からの光が受信用受光素子に入射することを防止することができ、バースト伝送における光信号送信直後の受信用受光素子から出力される残留電流を大幅に低減することが可能となる。

【0021】本発明の他の側面によると、光ファイバの端末に接続される双方向伝送用光モジュールであって、ベースと、前記ベースに固定された第1マウント部材と、前記第1マウント部材に実装された発光素子と、前記ベースに所定角度傾斜して固定された第2マウント部材と、前記発光素子から出射されるモニタ光を受光するように前記第2マウント部材に実装された第1受光素子と、前記発光素子と概略同一高さとなるように前記第2マウント部材に実装された、光ファイバを伝送されてきた受信光を受光する第2受光素子とを具備したことを特徴とする双方向伝送用光モジュールが提供される。

## 【0022】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の各実施形態について説明する。各実施形態の説明において、実質的に同一構成部分については同一符号を付して説明する。

【0023】図3は本発明第1実施形態の双方向伝送用光モジュール32Aの平面図を、図4はその斜視図をそれぞれ示している。Si基板34上には例えばCVD法によりSiO<sub>2</sub>ガラス層36が形成されており、SiO<sub>2</sub>ガラス層36中にはゲルマニウム(Ge)又はチタニウム(Ti)等をドーブした光導波路38、40、42が形成されている。光導波路38はY分岐44により2つの光導波路40、42に分岐されている。

【0024】光導波路40の端部40aに対向して基板34上にレーザダイオード(LD)46が実装されている。レーザダイオード46は半導体劈開面からなる2つの励振端46a、46bを有している。

【0025】一方、光導波路42の端部42aに対向して基板34上に受信用フォトダイオード(PD)48が実装されている。光導波路40の端部40aとレーザダイオード46との間の距離、及び光導波路42の端部42aと受信用フォトダイオード48との間の距離は概略50μm程度である。

【0026】レーザダイオード46及び受信用フォトダイオード48の光導波路40、42に対する位置合わせは、レーザダイオード46及び受信用フォトダイオード48にそれぞれ形成したマーカを利用して行う。

【0027】レーザダイオード46の励振端46bに対向して基板34上にモニタ用フォトダイオード50が実装されている。レーザダイオード46とモニタ用フォトダイオード50との間の距離は約100μm程度である。

【0028】フォトダイオード50でレーザダイオード46のバックワード光(モニタ光)をモニタし、図示しない光出力レベル安定化回路によりレーザダイオード4

## 6

6の出力が一定となるように制御する。光導波路38の端部には、ルビー等からなるリング54に挿入固定された光ファイバ52が、例えば紫外線硬化型の光学接着剤によって接着されている。

【0029】本実施形態では、レーザダイオード46及び受信用フォトダイオード48が光導波路40、42の伸長方法に対して概略直交する方向に整列して配置されている。

【0030】このため、レーザダイオード46の励振端46bから出射されるバックワード光が受信用フォトダイオード48に入射することが防止される。これにより、レーザダイオード46からの光信号の送信直後の受信用フォトダイオード48から出力される漏洩電流を大幅に低減することが可能となる。

【0031】図5を参照すると、本発明第2実施形態の光モジュール32Bの平面図が示されている。本実施形態は光導波路40に比較して光導波路42'を短く形成し、受信用フォトダイオード48をレーザダイオード46から出射される送信光方向に概略数100μm程度ずらして基板34上に実装したものである。

【0032】即ち、本実施形態では受信用フォトダイオード48が、レーザダイオード46の実装位置を通り光導波路40、42'に直交する直線に対して、レーザダイオード46から出射される送信光方向に数100μm程度ずらして基板34上に実装されている。

【0033】このように、受信用フォトダイオード48をレーザダイオード46に対して前方にずらした場合にも、レーザダイオード46のバックワード光が受信用フォトダイオード48に入射することが防止される。

【0034】図5に示した第2実施形態では、レーザダイオード46から前方に出射される送信光がフォトダイオード48の後部又は側面部より漏れ混む恐れがある。この送信光の漏れ込みを防止したのが、図6(A)及び図6(B)に示す第3実施形態の光モジュール32Cである。

【0035】即ち本実施形態では、レーザダイオード46に隣接するフォトダイオード48の側面部及び後部に光吸収膜56が形成されている。例えば、エポキシ系樹脂にガラスフィラを混入させたものをフォトダイオード48の側面及び裏面に流し込み、光吸収膜56を形成する。この際、光導波路42'の端部42aに対向するフォトダイオード48の受光部には樹脂がかからないように注意する。

【0036】本実施形態によれば、レーザダイオード46に隣接するフォトダイオード48の側面部及び後部に光吸収膜56が形成されているので、レーザダイオード46から前方に出射される送信光がフォトダイオード48の側面部或いは後部より漏れ混むことを防止することができる。光吸収膜56を形成するのに代えて、誘電体多層膜からなる光反射膜をフォトダイオード48の側面

## 7

部及び後部に形成するようにしてもよい。

【0037】図7を参照すると、本発明第4実施形態の光モジュール32Dの平面図が示されている。光導波路40'は曲がり部分40cと、曲がり部分40cに連続した直線端部40dを有している。

【0038】直線端部40dは光導波路42'に対して概略25°～35°傾斜している。望ましくは傾斜角度は約30°である。曲がり部分40cの曲率半径は、曲がり損失を抑制するために概略30mm程度である。

【0039】本実施形態では、受信用フォトダイオード48をレーザダイオード46に対して前方に、即ち送信光出射方向にずらして配置すると共に、レーザダイオード46を受信用フォトダイオード48に対して所定角度傾けて実装したために、レーザダイオード46の送信光及びバックワード光が受信用フォトダイオード48に入射することが防止される。

【0040】図8を参照すると、本発明第5実施形態の光モジュール32Eの平面図が示されている。図9

(A)は図8の9-9線断面図であり、図9(B)は図8の9'-9'線断面図である。

【0041】本実施形態はレーザダイオード46と受信用フォトダイオード48を光導波路40、42に対して横方向に並列に配置すると共に、光導波路40と光導波路42との間にエッチング等により溝58を形成したものである。

【0042】溝58が光導波路40と42の間に形成されているため、レーザダイオード46から出射されて光導波路40内を伝搬する送信光の迷光が溝58部分で遮断され、受信用フォトダイオード48に入射することが防止される。溝58の深さはSiO<sub>2</sub>ガラス層36を完全に除去した数10μm程度でよく、その幅は数100μm程度で十分である。

【0043】図10は本発明第6実施形態の光モジュールの概略正面図を示している。パッケージ60は概略円盤状のベース62を有している。ベース62上にはマウント部材64が固定されており、マウント部材64の側面にはサブマウント部材66が固定されている。サブマウント部材66上にレーザダイオード68が搭載されている。

【0044】ベース62上には更に、マウント部材70が所定角度傾斜して、例えば約30°傾斜して固定されている。マウント部材70上にはレーザダイオード68のバックワード光を受光する位置に(レーザダイオード68の直下)にモニタ用フォトダイオード72が搭載されており、レーザダイオード68と概略同一高さとなる位置に受信用フォトダイオード74が搭載されている。

【0045】レーザダイオード68はその両端に半導体劈開面からなる励振端68a及び68bを有している。励振端68aからは送信光が出力され、励振端68bからはバックワード光(モニタ光)が出力される。キャッ

## 8

ブ76によりパッケージ60内が密封されている。更に、ベース62からは複数の端子78が突出している。

【0046】本実施形態では、受信用フォトダイオード74がレーザダイオード68と概略同一高さとなるように、マウント部材70がベース62に傾斜して固定されているため、レーザダイオード68のバックワード光或いは送信光が受信用フォトダイオード74に入射されることが防止される。

【0047】本実施形態では、更に、1つのレンズ80を用いて1つの光ファイバ84とレーザダイオード68及び受信用フォトダイオード74とを光学的に接続するために、光路変換手段としてプリズム86を用いている。

【0048】光ファイバ84はフェルル82中に挿入され固定されている。プリズム86はフェルル82の端面82aに光学接着剤で固定されている。プリズム86は受信光及び送信光が通過する第1面86a及び第2面86bを有している。受信光は第1面86a及び第2面86bをこの順に通過し、送信光は第2面86bを通過し、第1面86a及び第2面86bでこの順に反射して第1面86aを通過する。

【0049】本実施形態では、プリズム86の製造を容易にし且つ後述する条件の設定を容易にするために、プリズム86の第1面86aと第2面86bは互いに平行である。

【0050】この場合、プリズム86の上述の機能を得るために、第1面86a上には部分的に全反射膜88が形成され、第2面86b上には部分的に分岐膜90が形成されている。

【0051】全反射膜88は例えば金属膜或いは誘電体多層膜からなり、分岐膜90は例えば誘電体多層膜からなる。送信光の波長と受信光の波長が等しい場合には、送信光はその一部分が分岐膜90で反射され、受信光はその一部分が分岐膜90を透過する。

【0052】分岐膜90における損失を最小限に抑えるために、分岐膜90として透過率及び反射率が光の波長に依存する光フィルタ膜を用いることもできる。この場合、送信光及び受信光は互いに異なる波長を有し、送信光はその大部分が分岐膜90で反射され、受信光はその大部分が分岐膜90を透過する。

【0053】光ファイバ82の端部(励振端)82aから出力した受信光は、プリズム86を透過してその第2面86bから分岐膜90を介して出力される。この受信光は、レンズ80によってフォトダイオード74の受光面上にフォーカスされる。

【0054】一方、レーザダイオード68の励振端68aから放射された送信光は、レンズ80によってプリズム86を介して光ファイバ84の励振端84aに収束される。

【0055】即ち、送信光はプリズム86の第2面86

bの分岐膜90が形成されていない部分からプリズム86に入射し、全反射膜88及び分岐膜90でこの順に反射して、第1面86aに密着する光ファイバ84の励振端84aに入力される。

【0056】この実施形態では、プリズム86の第1面86aと第2面86bは互いに平行であるので、送信光及び受信光の光路に軸ズレを生じさせるために、フェルル82の端面82aを光ファイバ84の軸と垂直な面に対して傾斜させ、このフェルル端面82aにプリズム86の第1面86aを、例えば光学接着剤により固着

している。

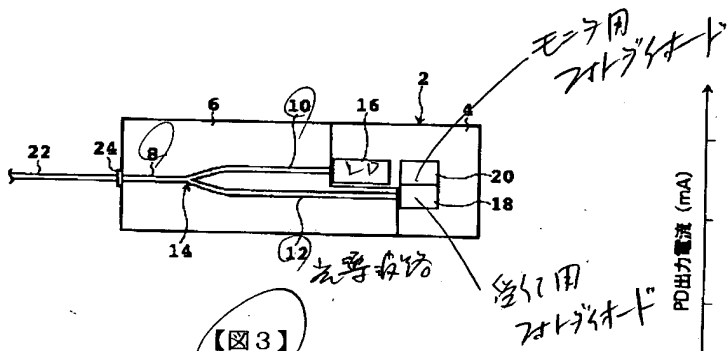
【0057】  
【発明の効果】本発明は以上詳述したように、受信用フォトダイオードの実装位置をレーザダイオードの実装位置に対して工夫することにより、信号送信時の光が受信用フォトダイオードに入射することを防止することができる。これにより、バースト伝送における信号送信直後の受信用フォトダイオードから出力される漏洩電流を大幅に低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来例平面図である。

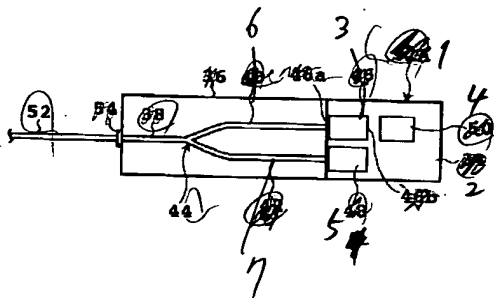
【図1】

従来例平面図



【図3】

第1実施形態平面図



【図2】フォトダイオードの入力光パワーと出力電流の関係を示す図である。

【図3】本発明第1実施形態の平面図である。

【図4】第1実施形態の斜視図である。

【図5】本発明第2実施形態の平面図である。

【図6】図6(A)は本発明第3実施形態の平面図であり、図6(B)はその正面図である。

【図7】本発明第4実施形態の平面図である。

【図8】本発明第5実施形態の平面図である。

【図9】図9(A)は図8の9-9線断面図であり、図9(B)は図8の9'-9'線断面図である。

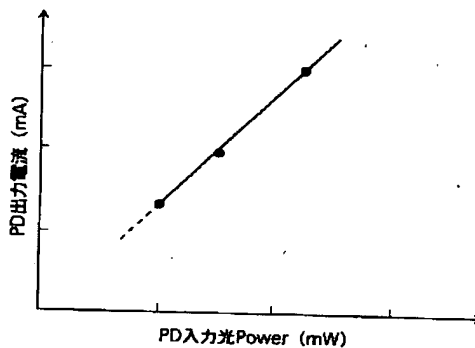
【図10】本発明第6実施形態の概略正面図である。

【符号の説明】

- 34 基板
- 36 SiO<sub>2</sub> ガラス層
- 38, 40, 42 光導波路
- 46 レーザダイオード
- 48 受信用フォトダイオード
- 50 モニタ用フォトダイオード
- 52 光ファイバ

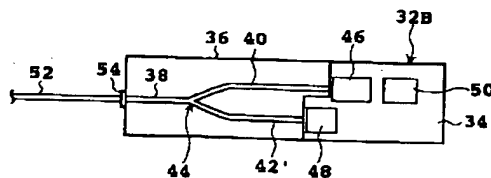
【図2】

PDの入力光パワーと  
出力電流の関係を示す図



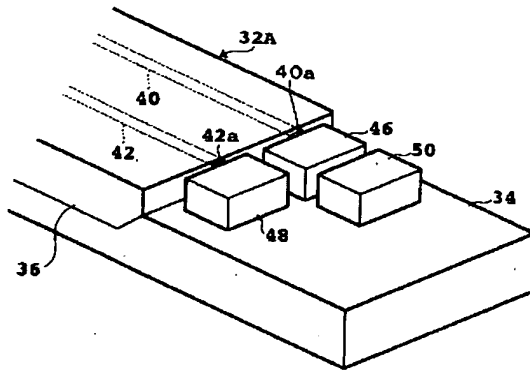
【図5】

第2実施形態平面図



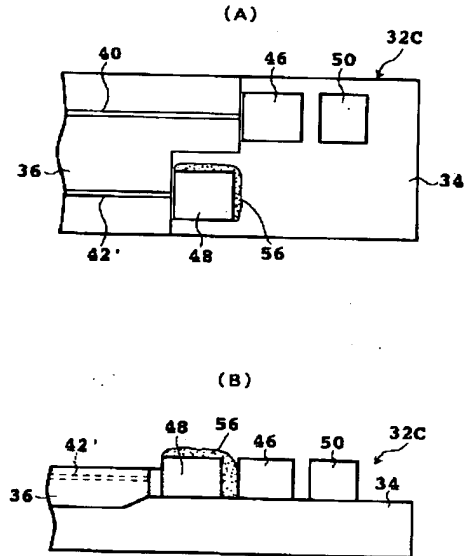
【図4】

第1実施形態斜視図



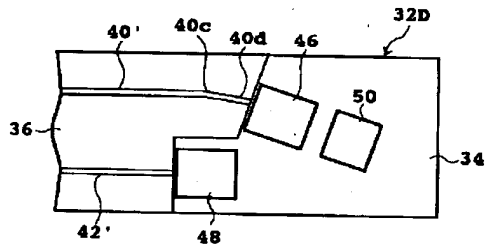
【図6】

第3実施形態



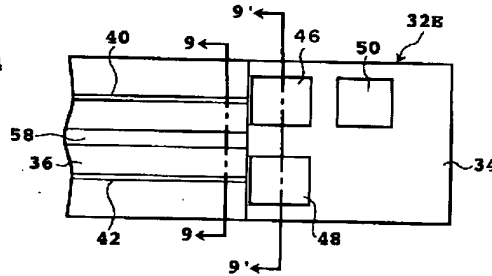
【図7】

第4実施形態平面図



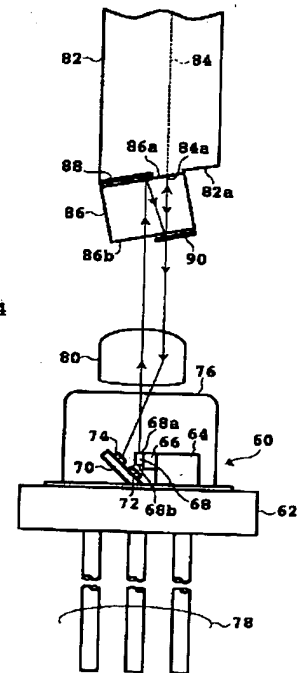
【図8】

第5実施形態平面図



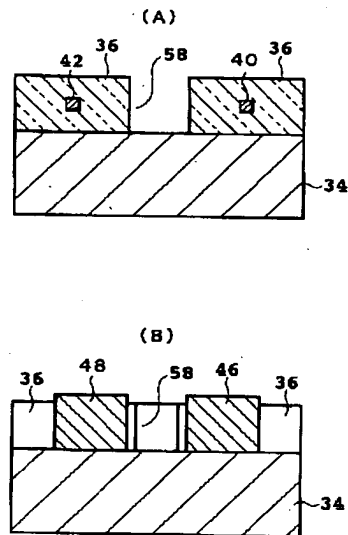
【図10】

第6実施形態



【図9】

第5実施形態断面図



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 英治  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 井上 靖之  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 柳沢 雅弘  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 山田 泰文  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内